

PCT/JP00/05137

28.07.00

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1 9 9 9 年 8 月 2 6 日

REC'D 12 SEP 2000

WIPO

PCT

出 願 番 号  
Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 2 3 9 3 9 9 号

出 願 人  
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

JPO00/05137

4

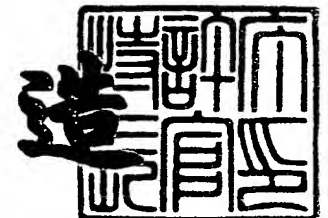
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 0 年 9 月 1 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 6 9 1 1 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 99-117

【提出日】 平成11年 8月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62D 1/18

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 塩谷重美

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 喜多禎人

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 島田隆史

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 佐野誠治

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091742

【弁理士】

【氏名又は名称】 小玉 秀男

【電話番号】 052-588-3361

【選任した代理人】

【識別番号】 100108512

【弁理士】

【氏名又は名称】 村瀬 裕昭

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709927

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エネルギー吸収式ステアリングシャフトとその組付方法と組付装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 インナーシャフトにアウターシャフトが圧入されたエネルギー吸収式ステアリングシャフトであり、インナーシャフトは断面円形の外形を有し、アウターシャフトはそれより大径の断面円形の内形を有し、その断面円形の外形と内形の間に 3 本以上の細材が両シャフトの軸方向に伸びた状態で介在しており、インナーシャフトとアウターシャフトが直接接触していないことを特徴とするエネルギー吸収式ステアリングシャフト。

【請求項 2】 前記細材の軸方向の長さが、インナーシャフトとアウターシャフトがさらに深く嵌り合ってエネルギーを吸収する間、インナーシャフトとアウターシャフトが直接接触することを禁止する長さ以上に設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載のエネルギー吸収式ステアリングシャフト。

【請求項 3】 前記インナーシャフトと細材又は前記アウターシャフトと細材がビッカース硬度で 200 以上の硬度差を持つことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のエネルギー吸収式ステアリングシャフト。

【請求項 4】 前記細材が前記インナーシャフト又はアウターシャフトの端面に係止されて軸方向の移動が禁止されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 又は 3 に記載のエネルギー吸収式ステアリングシャフト。

【請求項 5】 前記細材の前記端面への係止部に引込み防止手段が形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載のエネルギー吸収式ステアリングシャフト。

【請求項 6】 インナーシャフトにアウターシャフトを圧入してエネルギー吸収式ステアリングシャフトを組付ける方法であり、インナーシャフトの外形又はアウターシャフトの内形に添って 3 本以上の細材を軸方向に添わせる工程と、その 3 本以上の細材によってインナーシャフトとアウターシャフトが直接接触することを禁止した状態でインナーシャフトにアウターシャフトを圧入する工程とを有することを特徴とするエネルギー吸収式ステアリングシャフトの組付方法。

【請求項 7】 前記圧入工程中にインナーシャフトとアウターシャフトと細材の

内の少なくとも一つを弾性限界を超えて変形させることを特徴とする請求項 6 に記載のエネルギー吸収式ステアリングシャフトの組付方法。

【請求項 8】 前記圧入工程中に圧入に要する荷重を測定する工程と、測定された圧入荷重が所定値に達したときに細材を切断する工程とをさらに有することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のエネルギー吸収式ステアリングシャフトの組付方法。

【請求項 9】 アウターシャフトの内形に添って軸方向に 3 本以上の細材を所定の長さにならって添わせる工程と、その細材がそれ以上に軸方向に引き込まれることを禁止した状態で前記インナーシャフトにアウターシャフトを圧入する工程とを有することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のエネルギー吸収式ステアリングシャフトの組付方法。

【請求項 10】 インナーシャフトにアウターシャフトを圧入する装置と、その圧入装置に隣接して配置されており、インナーシャフトの外形とアウターシャフトの内形との間の間隙に 3 本以上の細材を供給する細材供給装置とを有するエネルギー吸収式ステアリングシャフトの組付装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はエネルギー吸収性能が安定したステアリングシャフトを簡単に実現する技術に関する。ここで「安定した」とは製品ごとのばらつきが小さいことを言う。

【0002】

【従来の技術】 インナーシャフトにアウターシャフトを堅く嵌め合わせてステアリングシャフトを構成し、両シャフトがさらに深く嵌り合うことによってステアリングシャフトに加わるエネルギーを吸収するエネルギー吸収式ステアリングシャフトが知られている。このエネルギー吸収式ステアリングシャフトの場合、製品ごとのエネルギー吸収性能にばらつきが少ない製品群を製造することが求められている。

この必要に応える技術が特開昭 5 6 - 8 7 5 5 号公報や実開昭 5 6 - 6 6 6 9 号公報に記載されている。これらの公報に記載の技術では、アウターシャフトと

インナーシャフトの間にピアノ線等の細材を介在させて両者を圧入する。これによって、製品毎のエネルギー吸収性能のばらつきが小さく押さえられる。

ステアリングシャフトの場合、必要なエネルギー吸収性能を得るために、アウターシャフトとインナーシャフトの軸方向の剛性が硬過ぎてはいけない反面、両シャフトが相対回転することがないように、回転方向には十分に硬くなければいけない。この両者を満足させるために、前記した従来技術では、インナーシャフトの断面を小判形とし、これをほぼ同じ形状の内形断面を持つアウターシャフトに圧入し、十分なトルクが伝達されるようにする一方、両者間に一本のピアノ線を介在させることで、軸方向の剛性が製品毎にばらつかないようにしている。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 前記した従来技術の場合、シャフトの断面形状を小判形とすることで必要なトルク伝達が行われるようにしているために、インナーシャフトとアウターシャフトは少なくとも断面内の一点において接触する。この結果、製品毎の、インナーシャフト外面とアウターシャフト内面の仕上がり具合の相違や部品の寸法公差がそのままエネルギー吸収性能のばらつきとなり、なおエネルギー吸収性能を安定化させるのに問題を残している。本発明は、従来技術に比してより鈍感な技術、即ち、部品の寸法公差や仕上がり具合のばらつきが製品のエネルギー吸収性能に影響しにくい技術を実現することを課題とする。

#### 【0004】

【課題を解決するための手段】 このために、本願の請求項1のエネルギー吸収式ステアリングシャフトは、インナーシャフトにアウターシャフトが圧入されており、インナーシャフトは断面円形の外形を有し、アウターシャフトはそれより大径の断面円形の内形を有し、その断面円形の外形と内形の間には3本以上の細材が両シャフトの軸方向に伸びた状態で介在しており、インナーシャフトとアウターシャフトが直接接触していないことを特徴とする。ここで、インナーシャフトにアウターシャフトが圧入されているとは、アウターシャフトにインナーシャフトが圧入されていることと同意であり、区別は無い。

このステアリングシャフトの場合、3本以上の細材によってインナーシャフト

とアウターシャフトが直接接触することが禁止されており、インナーシャフトとアウターシャフトの製品ごとの寸法公差や仕上がり具合のばらつきがエネルギー吸収性能に影響しにくく、ロバストな技術が実現されている。

本発明者が幾多の実験によって確認したところ、3本以上の細材を介在させると、相対回転しやすい断面円形のインナーシャフトと断面円形のアウターシャフトを用い、両者を直接接触させず、しかも軸方向に硬すぎず柔らかすぎない適度なエネルギー吸収性能が得られる剛性で圧入しておくことによって、回転方向には十分に硬く圧入できることを確認した。これは一本の細材を介在させる技術では実現できないものであり、仮に断面円形のインナーシャフトとアウターシャフト間に一本の細材を介在させて圧入し、軸方向に適度な剛性が得られるように組付けると、回転方向に柔となりすぎ、満足なトルク伝達特性を実現できない。このために、従来技術では、特開昭56-8755号公報や実開昭56-6669号公報に記載されているように、シャフトの断面を小判形にしていた。

本発明のエネルギー吸収式ステアリングシャフトは、製品毎のエネルギー吸収性能が安定しており、回転方向には強固に組付けられておりながら軸方向には適度に柔らかく圧入されており、しかも断面円形のシャフトを用いて安価に製造することができる。

#### 【0005】

このエネルギー吸収式ステアリングシャフトの場合、細材の軸方向の長さが、インナーシャフトとアウターシャフトがさらに深く嵌り合ってエネルギーを吸収する間、インナーシャフトとアウターシャフトが直接接触することを禁止する長さ以上に設定されていることが好ましい。

この設定が満たされていると、インナーシャフトとアウターシャフトが軸方向に相対的に変位してエネルギーを吸収している間のエネルギー吸収性能が持続的に安定する。

#### 【0006】

また、インナーシャフトと細材、又は、アウターシャフトと細材が、ビッカース硬度で200以上の硬度差を持つことが好ましい。ここで、細材の方が硬くてシャフトの方が柔らかくても、あるいは、シャフトの方が硬くて細材の方が柔ら

かくてもよい。

この要件が満たされていると、圧入の際にシャフト又は細材が塑性変形し、部品の製造公差にかかわらず安定したエネルギー吸収性能を確実に得ることができる。

【0 0 0 7】

さらに、細材が前記インナーシャフト又はアウターシャフトの端面に係止されて軸方向の移動が禁止されていることが好ましい。

この要件が満たされていると、細材が両シャフト間に介在した状態で確実に圧入されるのみならず、組付け後にエネルギーが作用してシャフト同士がさらに深く嵌り合う間、細材が一方のシャフトに対して軸方向に位置決めされ、エネルギー吸収期間を通してほぼ様なエネルギー吸収性能を確保することができる。

【0 0 0 8】

又、細材のシャフト端面への係止部に、引込み防止手段が形成されていることがこの好ましい。この引込み防止手段は例えば細材にループ個所を設けることなど、係止部自体がシャフト間の間隙に引込まれることを防止する任意の手段をいう。

この引込み防止手段が設けられていると、係止部が間隙内に引き込まれることが防止され、エネルギー吸収性能が極めてよく安定する。

【0 0 0 9】

本願の請求項 6 に記載の発明は、インナーシャフトにアウターシャフトを圧入してエネルギー吸収式ステアリングシャフトを組付ける方法であり、インナーシャフトの外形又はアウターシャフトの内形に添って 3 本以上の細材を軸方向に添わせる工程と、その 3 本以上の細材によってインナーシャフトとアウターシャフトが直接接触することを禁止した状態でインナーシャフトにアウターシャフトを圧入する工程とを有することを特徴とする。

この方法によって、エネルギー吸収性能の安定したステアリングシャフトを簡単に組付けることができる。

【0 0 1 0】

前記圧入工程中にインナーシャフトとアウターシャフトと細材の内の少なくとも



も一つを弾性限界を超えて変形させることが好ましい。

部品の一つが弾性限界を超えて変形すると、即ち塑性変形するまで変形させると、部品の寸法公差の影響が減少し、エネルギー吸収性能が極めてよく安定化する。

#### 【0011】

上記の方法において、圧入工程中に圧入に要する荷重を測定し、測定された圧入荷重が所定値に達したときに細材を切断するようにすることが好ましい。

この組付方法によると、エネルギー吸収性能が所定のものに調整されたステアリングシャフトが安定的に組付けられる。

#### 【0012】

あるいは、上記の組付方法において、3本以上の細材をアウターシャフトの内形に添って軸方向に所定の長さにならって添わせておき、各細材がそれ以上には軸方向に引き込まれることを禁止した状態でインナーシャフトにアウターシャフトを圧入することが好ましい。

この方法によると、両シャフト間に介在する細材の長さを確実に調整することができ、安定したエネルギー吸収性能を発揮するステアリングシャフトが簡単に組付けられる。

#### 【0013】

本出願の請求項10の発明は、ステアリングシャフトの組付装置に関し、インナーシャフトにアウターシャフトを圧入する装置と、インナーシャフトの外形とアウターシャフトの内形との間の間隙に3本以上の細材を供給する細材供給装置とを有する。ここで細材供給装置は圧入装置に隣接して配置されている。

この組付装置に装置によると、エネルギー吸収性能が安定したステアリングシャフトを簡単に効率的に組付けることができる。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】 次に本発明の実施の形態のいくつかを図面を参照しながら説明する。図1と図2は組付け後のインナーシャフトINとアウターシャフトOUと細材Wの配置関係を模式的に示しており、インナーシャフトINは断面円形の外形を備え、アウターシャフトOUは断面円形の内形を備えている。アウタ

ーシャフトOUの内径はインナーシャフトINの外径よりも大きく、両者が同軸に嵌め合わされたときに両者間には周状の間隙Gが形成される。両シャフトINとOU間の間隙Gには3本以上の細材Wが組付けられている。組付ける以前の細材Wの外径は前記した間隙Gの中よりも大きく、3本以上の細材Wは前記間隙G内に押込まれている。3本以上の細材Wは、アウターシャフトOUとインナーシャフトINを同軸に保つ位置に配置されている。なお、インナーシャフトINは中実のシャフトであってもよいし、筒状のシャフトであってもよい。

## 【0015】

細材Wは両シャフトINとOUよりも柔らかいものであり、この結果、組付け前には断面円形であったものが(図3の(A)参照)、組付けによって塑性変形している(図3の(B)参照)。これが図3の(C)のWSに示されている。

この逆に細材Wは両シャフトINとOUよりも硬くてもよく、この場合には組付けによってシャフト側が塑性変形している。図3(C)のWHはこれを示し、両シャフトINとOUの向かい合う壁の細材に接する部分は押込まれ、その両サイドで壁が盛り上がっている。

両シャフトINとOUと細材Wの全部が同じ硬度であってもよく、この場合には全部の部品が塑性変形して組付けられる。

## 【0016】

図4は部品に加えられる荷重と変形の関係を示し、弾性限界以上に変形する場合には、変形量によらず荷重が一定化する性質を有する。この発明では両シャフトIN、OU又は細材Wのうちの少なくとも一つの部品を弾性限界以上に変形させて組付けることで組付け荷重をほぼ一定化する。図4中、領域Dは弾性範囲を示し、その範囲内で変形させて組付けると部品の寸法公差が組付け荷重のばらつきにそのまま現れる。本発明では、領域にEに示す塑性変形領域まで変形することで部品の寸法公差が組付け荷重のばらつきに直接現れないようにする。

## 【0017】

図5は組付装置の第1実施例を示す。ベース50Aに第1コラム50Bが固定され、その第1コラム50Bの上端にアウターシャフトOUを垂直な姿勢で位置決めする治具50Cが固定されている。治具50Cの上方にはシリンダ55Cが

固定されている。シリンダ 5 5 C は図示されていない部材で第 1 コラム 5 0 B に固定されている。シリンダ 5 5 C のピストン 5 5 B の下端にはインナーシャフト I N を垂直な姿勢に位置決めする治具 5 5 A が固定されている。アウターシャフト O U が治具 5 0 C で位置決めされ、インナーシャフト I N が治具 5 5 A で位置決めされたとき、両シャフト I N、O U は同軸に位置決めされる。シリンダ 5 5 C で治具 5 5 A が下降したとき、アウターシャフト O U にインナーシャフト I N が圧入される。このとき、インナーシャフト I N にアウターシャフト O U が圧入されるということもでき、本明細書では両表現に差を設けていない。

【0 0 1 8】

第 1 コラム 5 0 B の周囲に、この場合、4 台の細材供給装置 6 0 が配置されている。全部の細材供給装置 6 0 が同じ構造を持っているので、以下ではそのうちの 1 台についてのみ説明する。

細材供給装置 6 0 はベース 5 0 A に固定された第 2 コラム 5 0 D を有し、第 2 コラム 5 0 D にはアーム 5 1 A とアーム 5 1 B が図示されていないシリンダで上下動可能に組付けられている。アーム 5 1 A の側方には細材 W のドラム 5 1 D が回転自在に設けられている。図には 3 本の細材 W 1、W 3、W 4 が示され、W 2 は図示省略されている。以下全部の細材について共通の事象を説明するときには添数字を省略する。

アーム 5 1 B の先端には、ピン 5 3 の回りに揺動可能に、手首部 5 1 C が組付けられている。手首部 5 1 C には一对の細材供給ローラ 5 2 が回転可能に組付けられている。この一对のローラ 5 2 は図示されていないモータで回転される。又、手首部 5 1 C の先端には細材 W を切断するカッタ 5 4 が取付けられている。

この組付け装置は、インナーシャフトにアウターシャフトを圧入する装置と、インナーシャフトの外形とアウターシャフトの内形との間の間隙に 3 本以上の細材を供給する細材供給装置とを有しており、細材供給装置は圧入装置に隣接して配置されている。

【0 0 1 9】

この組付装置の作動を説明する。まず最初に治具 5 0 C にアウターシャフト O U がセットされる。次に、細材供給ローラ 5 2 を所定回転数だけ回転して細材 W

を所定距離送り出す。送り出された細材はアウターシャフトOUの内面に沿って軸方向に所定の距離伸びている。このとき、4本の細材Wが周方向に等間隔で配置される。この状態で細材供給ローラ52の回転が禁止される。次に、治具55AにインナーシャフトINがセットされる。その後に、シリンダ55Cが作動して治具55Aを押し下げる。このことによって、内面に沿って4本の細材Wが軸方向に所定の距離伸びているアウターシャフトOUの内形内に、インナーシャフトINが圧入される。このとき、インナーシャフトINとアウターシャフトOUが直接接触することはない。圧入中は細材供給ローラ52の回転が禁止され、細材Wがそれ以上に引き込まれることを禁止する。

#### 【0020】

圧入終了後にアーム51Aと51Bが下降し、アウターシャフトOUの端面から飛び出した細材Wを下方に折り曲げる。このとき、手首部51Cはピン53を中心にして揺動する。折り曲げられた細材Wは、アウターシャフトONの端面から所定距離伸びたところでカッタ54で切断される。その後に、アウターシャフトの外側に伸びる細材Wは、工具を用いた作業によってアウターシャフトOUに沿うまで曲げられる。この状態が図6に示される。

#### 【0021】

このようにして組み付けられたステアリングシャフトは、アウターシャフトOUの内形に添って軸方向に4本の細材Wを所定の長さにわたって添わせておき、その細材Wがそれ以上に軸方向に引き込まれることを禁止した状態でインナーシャフトINにアウターシャフトOUを圧入することから、インナーシャフトINとアウターシャフトOU間に介在する細材Wの長さが所定値に調整されており、エネルギー吸収性能が安定している。インナーシャフトINとアウターシャフトOUは4本の細材Wによって分離されており、直接接触することはない。このこともまた、エネルギー吸収性能を安定化させている。組付け後の細材Wは折り曲げられてアウターシャフトOUの端面に係止されており、両シャフトINとOU間に両者を押し縮めるエネルギーが作用してインナーシャフトINがアウターシャフトOUに深く嵌り合う間、細材WはアウターシャフトOUの端部に位置決めされており、常時安定してインナーシャフトINを案内する。細材Wが前記アウ

ターシャフト O U の端面に係止されて軸方向の移動が禁止されているので、エネルギー吸収期間を通してエネルギー吸収性能が持続的に安定する。さらに、細材 W の長さは十分に長く、アウターシャフト O U にインナーシャフト I N が深く嵌り合うときにも両シャフト I N、O U の同軸度を確保するとともに屈曲して両シャフトが接触し合うことを防止する長さが確保されており、エネルギー吸収作動中にインナーシャフト I N とアウターシャフト O U が直接接触することを禁止している。細材 W の軸方向の長さが、インナーシャフト I N とアウターシャフト O U がさらに深く嵌り合っただけエネルギーを吸収する間、インナーシャフト I N とアウターシャフト O U が直接接触することを禁止する長さ以上に設定されていることによって、エネルギー吸収期間を通してエネルギー吸収性能が持続的に安定している。なお、細材は 3 本以上あれば両シャフトを同軸に維持することができ、3 本以上の任意の本数でよい。

#### 【0022】

上記実施例では、細材 W にシャフトよりも硬い鋼線を用いている。この鋼線は加工されると硬化する性質を有している。そしてこの実施例では、鋼線に接するシャフトの壁が弾性限界を超えて変形し、シャフト素材が塑性変形する領域で圧入している。このため、シャフト I N、O U の製造サイズにばらつきが合ってもそのことが組付け荷重に直接には影響しない関係を得ている。

これらのことによって、本実施例のステアリングシャフトやその組付方法によると、エネルギー吸収性能が安定し、又、この組付装置によると、エネルギー吸収性能が安定したステアリングシャフトを効率的に組付けることができる。

#### 【0023】

図 8 は組付装置の第 2 実施例を示している。装置本体は図 5 のそれと大略同一のため、同様の部材には同じ参照符号を用いることで説明を省略する。

この組付け装置の場合、手首部 5 1 C に隣接して 図 1 0 に示す折り曲げ装置を有している。図中 5 8 は細材の先端をつかむ一対の把持爪で、5 7 はその後方位置をつかむ一対の把持爪である。先端をつかむ把持爪 5 8 は図 (B) に示すように上下反転する。この結果、細材 W の先端は折り曲げられる。細材 W は加工されると硬化する性質を有し、折り曲げられた部位は硬化する。

## 【0024】

図8の装置は、下記のように作動する。まず最初に治具50CにアウターシャフトOUがセットされる。次に、細材供給ローラ52が所定回転数だけ回転して細材Wを所定距離送り出す。送り出された細材はインナーシャフトINの下降経路に臨み、インナーシャフトINが下降すると、細材先端の折り曲げ部W1A、W2A・・・がインナーシャフトINの先端端面に係止する位置関係に置かれる。インナーシャフトINは中空の筒状になっている。先と同様に4本の細材Wが周方向に等間隔で配置される。この状態で細材供給ローラ52の回転が許容されるように、モータがフリーとされる。次に治具55BにインナーシャフトINがセットされる。その後にシリンダ55Cが作動して治具55Bを押し下げる。治具55Bが押し下げられると、下降するインナーシャフトINの下端面に4本の細材Wの先端に係止される。さらにインナーシャフトINが下降することで、細材Wはドラム51Dから引き出される。さらに下降することで、間に4本の細材Wが介在した状態でアウターシャフトOUにインナーシャフトINが圧入される。インナーシャフトINがアウターシャフトOUに深く挿入されるにしたがって細材Wはドラム51Dから引き出される。所定の深さにまで圧入されたとき、シリンダ55Cは停止する。ついでカッタ54Aによって細材Wは切断される。このとき、細材WはアウターシャフトOUの端面近傍で切断される。

## 【0025】

この装置で組み付けられるステアリングシャフトは、インナーシャフトINがアウターシャフトOUに挿入される全長にわたって細材Wが伸びている。このため、両シャフトINとOUは確実に直接接触が禁止される。又、インナーシャフトINとアウターシャフトOUの長さは両シャフトが屈曲しない長さに設定されており、したがってエネルギー吸収時に両シャフトが屈曲してシャフト同士が接触することを防止できる。

インナーシャフトINがアウターシャフトOUにさらに深く挿入されるとき、細材WはインナーシャフトINの先端に係止されているので、インナーシャフトINとともに軸方向に変位し、インナーシャフトINの先端がアウターシャフトOUの内面に直接接触することを防止する。細材WがインナーシャフトINの端

面に係止されて軸方向の移動が禁止されることによって、この装置で組み付けられるステアリングシャフトはエネルギー吸収性能が極めてよく安定化している。

【0026】

さらに発明者らが幾多の実験をした結果、細材Wの素材をシャフトの素材に比してビッカース硬度で200以上硬い素材を用いたときに、エネルギー吸収性能が極めて安定化することを見出した。図11はそれを説明している。

図11において、縦軸はインナーシャフトINをアウターシャフトOUに一定のスピードで圧入するのに必要な荷重を示し、横軸は圧入深さを示している。まっすぐ伸びる太い実線はビッカース硬度が200硬い細材を用いた場合の実験結果を示し、折れ曲がった細線は硬度が100硬い細材を用いた場合の結果を示している。ビッカース硬度が200高いと圧入荷重はきれいに圧入深さに比例する。硬度差が不十分であると、上記の規則性が乱される。実験によって硬度差が200以上あると、圧入深さを制御することで圧入荷重を正確に制御できることが確認された。

又実験によって、シャフト素材よりもビッカース硬度が200以上柔らかい細材を用いても、圧入深さと圧入荷重間にきれいな規則性が得られることが確認された。インナーシャフトINと細材WまたはアウターシャフトOUと細材Wがビッカース硬度で200以上の硬度差を持っていると、エネルギー吸収特性が極めてよく安定化する。

【0027】

図12は組付装置の第3実施例を示している。この実施例は図8の組付装置によく似ており、以下異なる部分だけを説明する。この組付装置では冶具55B中にロードセル55Dが組み込まれて圧入に要する荷重が測定可能になっている。

この組付け装置では、圧入荷重を測定しながら組付作業を実施する。そして圧入荷重が所定の値に達したときに細材Wを切断する。

図13はこの関係を模式的に示している。図中Aはある製品Aの圧入深さと圧入荷重を示し、図中Bは同じ仕様の別製品の関係を示している。前記してきたように、この発明を利用することで、部品の寸法公差等の影響が受けにくく、圧入荷重は安定化する。したがって特性Aも特性Bも従来技術に比するとよく一致し

ており、図 1 3 は図示の明瞭化のために、両特性を大きく離して図示しているに過ぎない。それでも部品の寸法公差等の影響がまったくなくはなく、細かく測定すると圧入荷重は製品毎に相違する。図 1 2 の装置は、所定速度で圧入を続けながらその圧入作業に要する荷重をロードセル 5 5 D で測定し、測定された圧入荷重が所定圧入荷重に達したらそこで細材 W を切断する。すると、インナーシャフト I N をそれ以上に深く圧入する間の圧入荷重は所定圧入荷重に維持され、結局すべての製品の圧入荷重が所定値に調整される。このようにして、本組付装置を用い、圧入に要する荷重を測定しながら圧入し、測定された圧入荷重が所定圧入荷重に達したときに細材 W を切断するようにすると、製品毎のエネルギー吸収性能にばらつきの小さなステアリングシャフト群を高能率で組付けることができる。

【 0 0 2 8 】

以上に説明した組付け装置によると、インナーシャフト I N の外形（図 8、1 2 参照）又はアウターシャフトの内形（図 5 参照）に添って 3 本以上の細材 W を軸方向に添わせる工程と、その 3 本以上の細材 W によってインナーシャフト I N とアウターシャフト O U が直接接触することを禁止した状態でインナーシャフト I N にアウターシャフト O U を圧入する工程が実施され、エネルギー吸収性能が安定したステアリングシャフト群が組み付けられる。

【 0 0 2 9 】

上記ではドラムに巻かれた細材を利用する例を説明した。この発明では、これに代えてあらかじめ成形された細材をインナーシャフト I N とアウターシャフト O U 間に介在させてもよい。図 1 4 以降はさまざまな細材の例を示している。

【 0 0 3 0 】

図 1 4 は 2 本の細材 W 1 と W 2 が渡り線 W T で 1 本の素材から成形されている場合を示す。この場合は 2 組用いられ、第 2 の組みが第 3 と第 4 の細材 W 3、W 4 となる。各渡り線 W T がインナーシャフト I N の挿入側端面にセットされた後に、両シャフトが圧入される。

【 0 0 3 1 】

細材 W の断面形状は最も安価な断面円形でよいが、軸方向に柔らかく組付けて



回転方向に硬く組付ける必要がある場合、図 1 5 に例示するさまざまな断面形状のものをを用いることができる。細材は中実である必要が無く、中心に孔が通っているものであってもよい。

#### 【0 0 3 2】

図 1 6 (A) はアウターシャフト O U の端面に係止させる細材の例を示し、細材 W 1 と W 2 はアウターシャフト O U の内面に沿って軸方向に伸びている。細材 W は渡り線 W f と W c でつながれている。折れ線部 W a と W d でアウターシャフト O U の端部に係止され、軸方向に移動することが禁止されている。図 1 6 (B) は 4 本の細材 W 1, W 2, W 3, W 4 が一本の素材で成形されている例を示している。

#### 【0 0 3 3】

図 1 7 の (A) は 2 本の細材 W 1 と W 2 の直径が変えられている例を示す。この細材は図 1 7 (B) に示すように、2 組で用いられ、断面円形の内形を持つアウターシャフト O U に断面楕円形の外形を持つインナーシャフト I N を圧入する際に好適に用いられる。逆に、断面楕円形の内形を持つアウターシャフト O U に断面円形の外形を持つインナーシャフト I N を圧入する際にも用いられる。

図 1 7 の (C) は 2 本の細材の一方と他方とで断面形状が変わっている例を示し、この場合にも図 1 7 (D) に示すように、円形断面と楕円形断面のシャフトを組付けるのに用いられる。

#### 【0 0 3 4】

図 1 8 の (A) は、一对の細材 W 1 と W 2 の断面が異なるばかりでなく、長さとともに断面形状が変化する例を示している。図 1 8 の (C) は長さとともに断面形状が徐々に変化する例を示している。これらの細材はエネルギー吸収工程の過程でその吸収特性を変化させるときに好適に用いられる。

#### 【0 0 3 5】

細材を多数用いる場合、図 1 8 の (D) に示すように、一本ずつシャフト端面に係止させてもよいが、(E) に示すようにあらかじめ複数の細材を組付けておいて一度にシャフト端面に組付けるようにしてもよい。

#### 【0 0 3 6】

本発明者らが実験したところ、シャフト端面に細材を係止しておく係止部がシャフト間の際隙に引き込まれる現象が起こることを見出した。この現象が生じると圧入荷重が急激に増加して意図したエネルギー吸収性能が得られない。

図 1 9 以降は、係止部に引き込み防止手段を設けた例を示している。(A) は引っ掛け部 A 1 を設けている。(B) は緩み部 B 1 を設けている。(C) (D) では渡り線 C 1、C 2、D 1 を設けて引き込みを防止している。(E) ではループ E 1 を設けている。(F) では結び目 F 1 を設けている。

なお、図 (D) に示すように細材の長さを変えてもよい。すると、長い細材 L 1 が位置する方向には両シャフトが圧入部で屈曲しにくく、短い細材 L 2 が位置する方向には両シャフトが圧入部で屈曲しやすいという異方性を付与することができる。あるいは図 (C) に示すように、細材間の間隔を変えてもよい。この場合、細材が密に配置されている方向には両シャフトが圧入部で屈曲しにくく、細材が疎に配置されている方向には両シャフトが圧入部で屈曲しやすいという異方性を付与することができる。

#### 【0037】

図 2 0 はさらに別の引き込み防止手段を例示している。図(A)では突出部 A 1 が設けられ、(B)ではループ B 1 が設けられ、(C)では渡り線 C T に螺旋形状 C 1 が設けられ、(D)では別部材 D 1、D 2、D 3 が嵌められ、(E)ではループ E 1 が設けられ、(F)ではループ F 1 が設けられ、(G)ではループ G 1 が溶接されている。

#### 【0038】

図 2 1 ではアウターシャフトの端面を加工することで引き込み防止手段を形成している。(A) (B) に図示されているように、シャフト端面に細材が嵌り合う溝が形成されおり、引き込みが防止されている。さらに、溝の底部が図(C)に示すように内が低くなっており、アウターシャフト外側の角部が鋭角となっている。このこともまた引き込み防止に寄与している。このように、アウターシャフトの端面と側面の角部(あるいはインナーシャフトが筒状の場合にはインナーシャフトの端面と側面の角部)が鋭角にされていると、それだけで引き込み防止効果が得られ、図21(D)に示すように、アウターシャフト外側(あるいはインナー

シャフト内側)の亘り線はなくてもよい。図21(D)はアウターシャフトの内側の角部が鋭角にされて細材の引き込みを防止している例を示している。

#### 【0039】

以上に説明した実施の態様は本発明の実施の態様の一例に過ぎず、本発明は特許請求の範囲に記載の範囲内で各種態様で実施できる。

例えば、一つの好ましい対応は、インナーシャフトとアウターシャフトの嵌合長の全長にわたって細材が伸びているものであり、このことによって、エネルギー吸収性能は大幅に安定化される。

細材の断面が角張っていると、応力集中が起こって塑性変形しやすく、部品公差の影響が効果的に相殺される。同様に、中空の細材を用いても、塑性変形しやすくなり、部品公差が許容されやすくなる。

さらに、円周方向で細材の配置密度を変えることで、屈曲に対する剛性を方向によって変化させることもできる。また、円形のアウターシャフト等に溶接ビードがあっても、それを避けて細材を配置することができ、溶接ビードの後処理が容易化される。

また、圧入時に細材ないしシャフトのいずれかに潤滑剤を塗布して圧入すると、細材が引きちぎられるといった問題が防止される。

#### 【発明の効果】

請求項1の発明によると、断面円形の安価なインナーシャフトとアウターシャフトで、軸方向には適度な柔らかさで連結され、回転方向には硬く連結されたステアリングシャフトを製造できるために、安価にエネルギー吸収式ステアリングシャフトを製造できる。また、エネルギー吸収式ステアリングシャフト群のエネルギー吸収性能が安定化している。また、細材の本数、材質、太さ等を変える事で、さまざまなエネルギー吸収性能に調整することができる。

請求項2から4の改良が施されていると、エネルギー吸収式ステアリングシャフト群のエネルギー吸収性能が一層安定化する。

請求項6の組付方法によると、エネルギー吸収性能が安定化したステアリングシャフト群が安定的に組付けられる。

さらに請求項7から9の改良が施されていると、さらにエネルギー吸収式ステ

アリングシャフト群のエネルギー吸収性能が一層安定化する。

また、請求項 1 0 の組付装置によると、エネルギー吸収性能の安定化したステアリングシャフト群が高能率で組付けられる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のステアリングシャフトを概念的に示す。

【図 2】

図 1 の II-II 線断面を示す。

【図 3】

組付前の細材と組付後の細材を示す。

【図 4】

素材の変形と荷重の関係を示す。

【図 5】

組付装置の第 1 実施例を示す。

【図 6】

図 5 の装置で組み付けられたステアリングシャフトの嵌合部の断面を示す。

【図 7】

図 6 の VII-VII 線断面を示す。

【図 8】

組付装置の第 2 実施例を示す。

【図 9】

図 8 の装置で組み付けられたステアリングシャフトの嵌合部の断面を示す。

【図 1 0】

図 8 の装置に組み込まれている折り曲げ機構を示す。

【図 1 1】

圧入深さと荷重の関係を示す。

【図 1 2】

組付装置の第 3 実施例を示す。

【図 1 3】

圧入深さと荷重の関係を示す。

【図 1 4】

細材の一例を示す。

【図 1 5】

細材の断面形状の例を示す。

【図 1 6】

細材の 2 つの例を示す。

【図 1 7】

細材のさらに他の 2 例を示す。

【図 1 8】

細材のさらに他の例を示す。

【図 1 9】

細材のさらに他の例を示す。

【図 2 0】

細材のさらに他の例を示す。

【図 2 1】

細材とシャフトの端面の関係を示す。

【符号の説明】

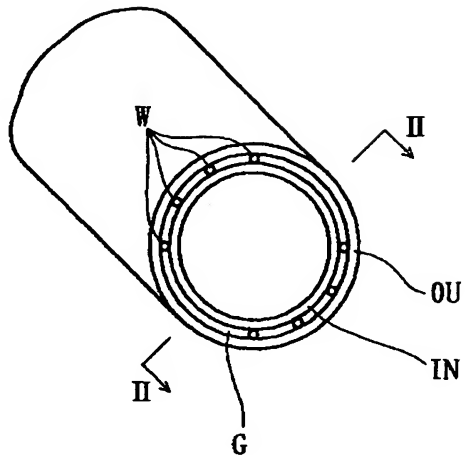
I N : インナーシャフト

O U : アウターシャフト

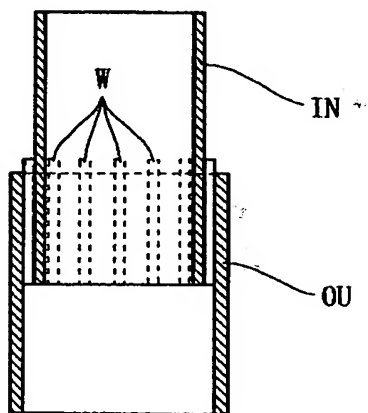
W : 細材

【書類名】 図面

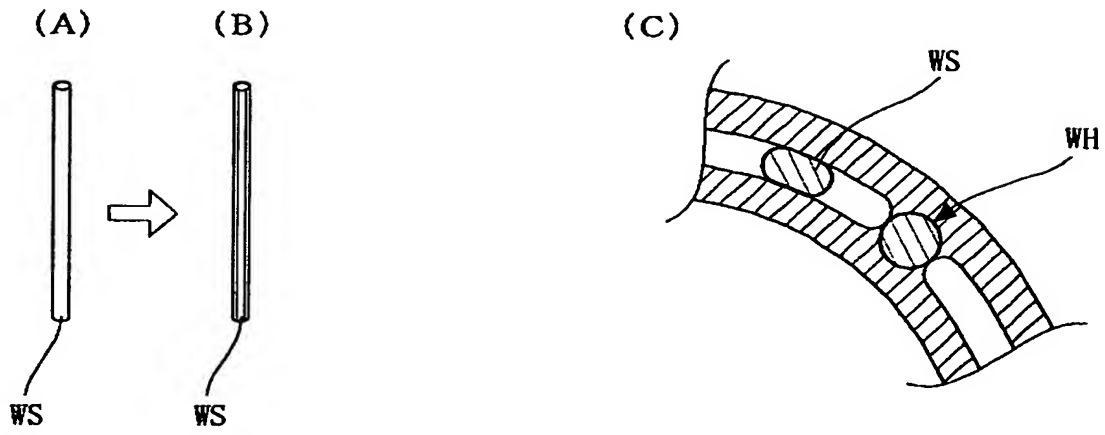
【図 1】



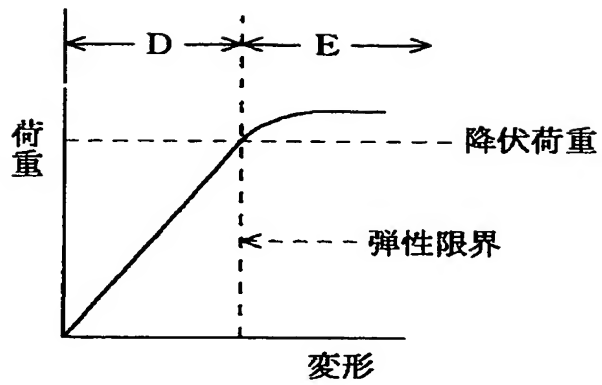
【図 2】



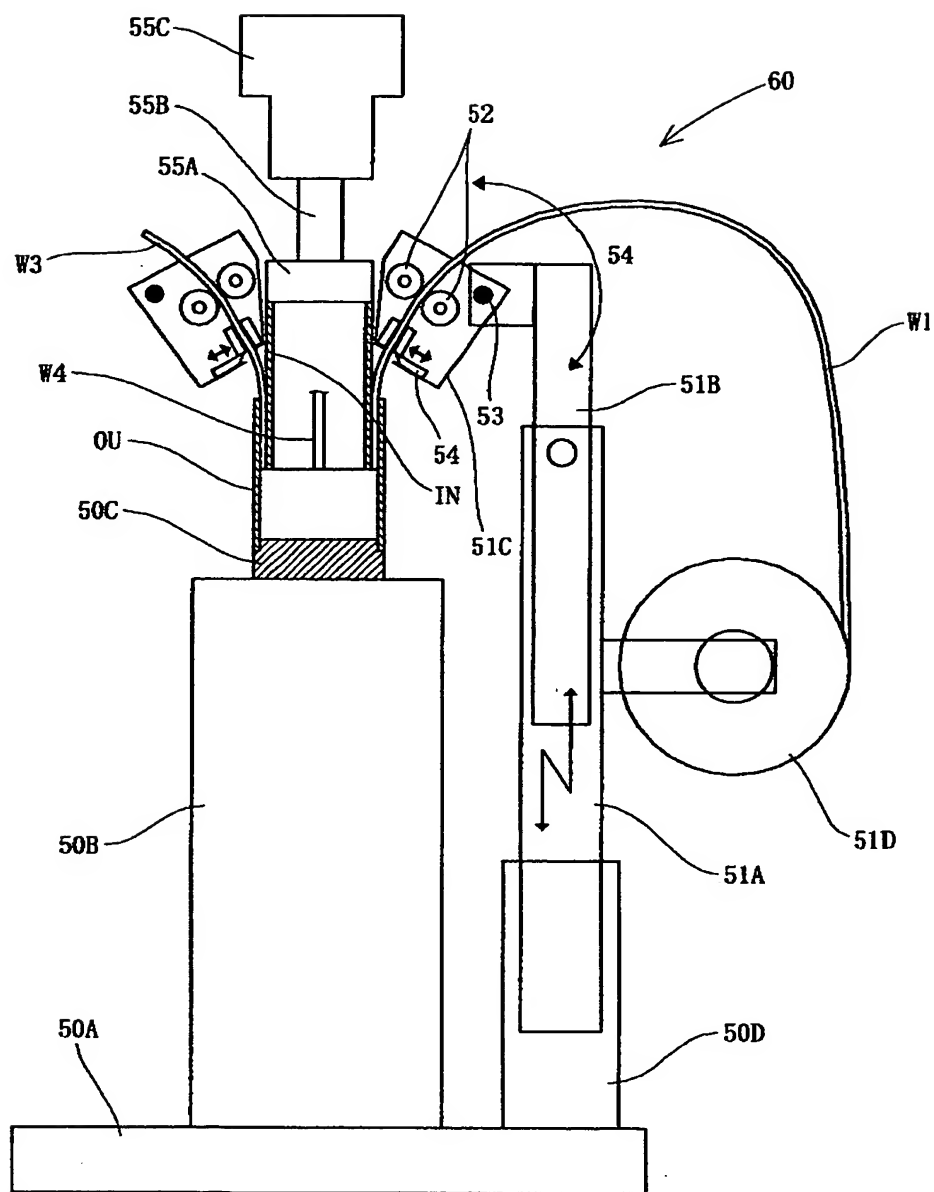
【図 3】



【図 4】

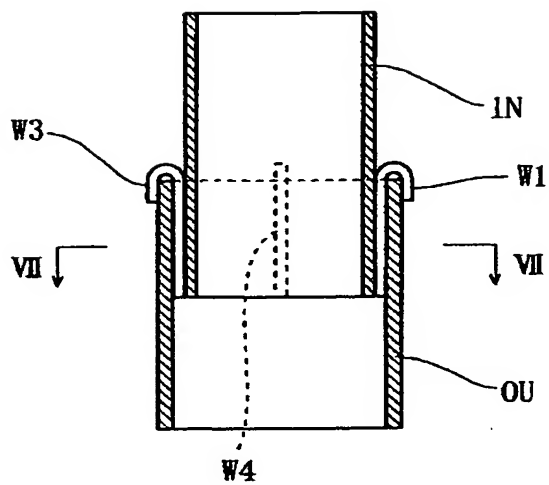


【図 5】

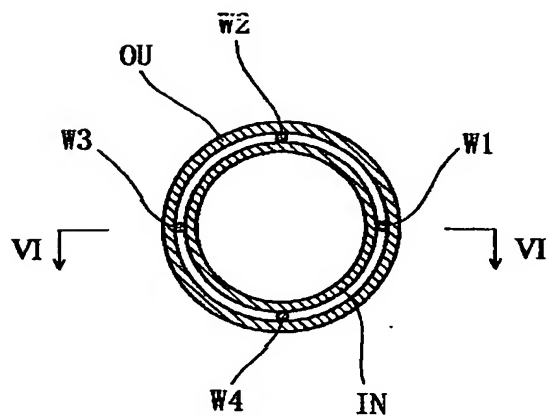




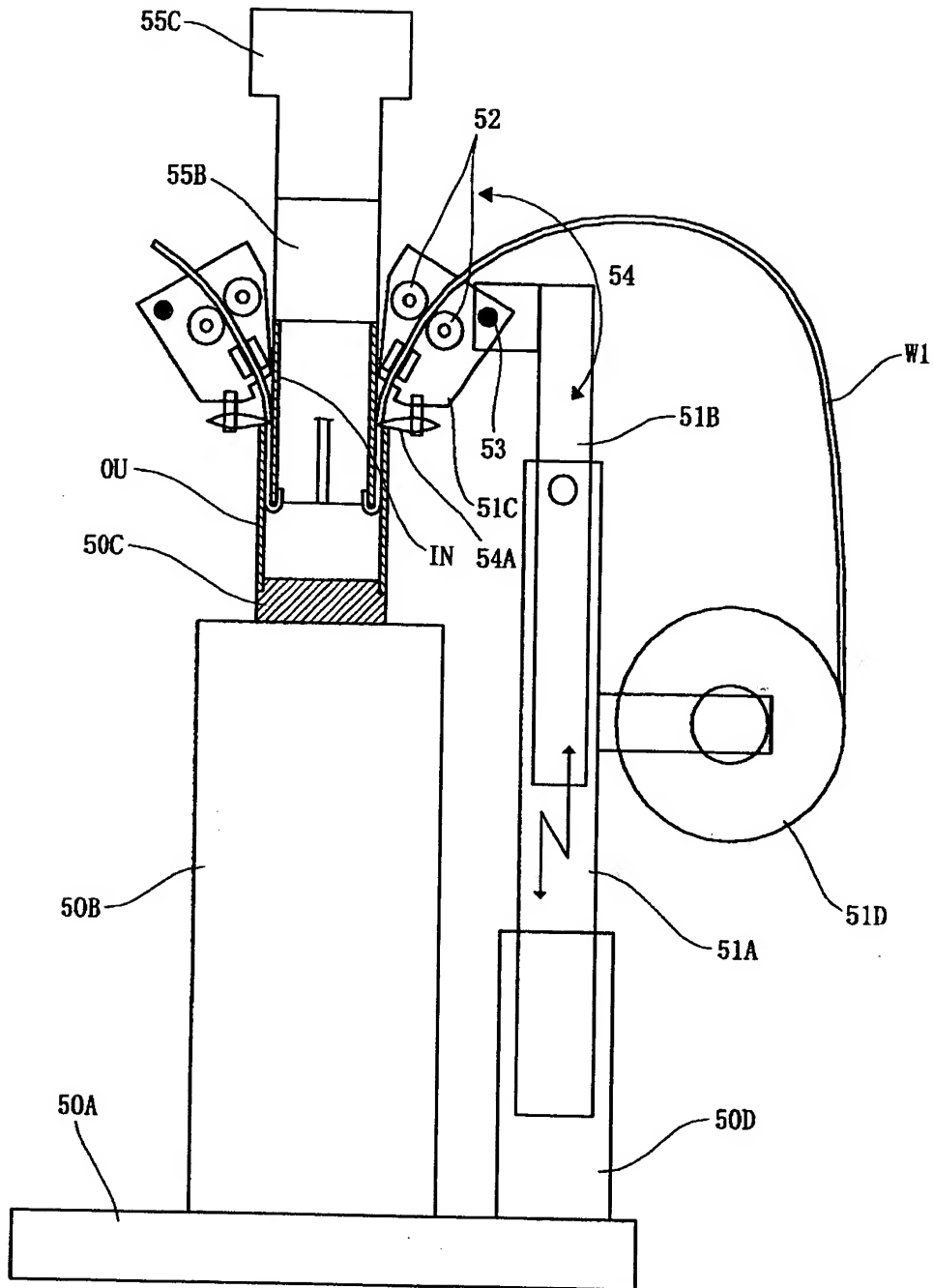
【図 6】



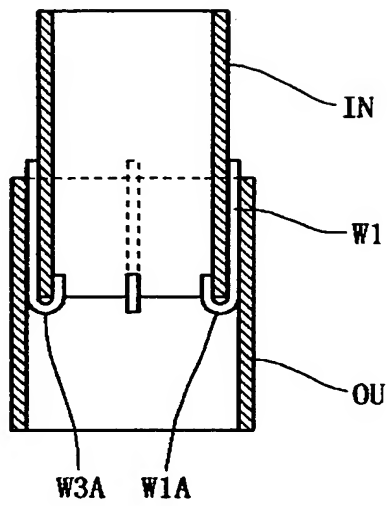
【図 7】



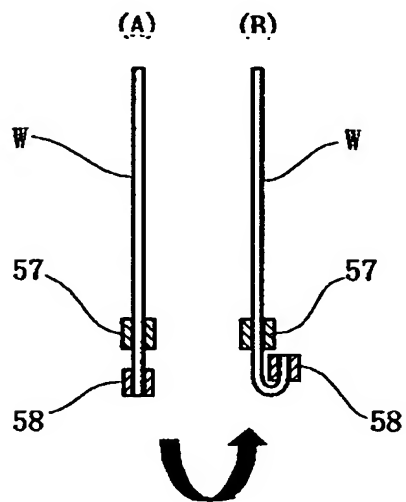
【図 8】



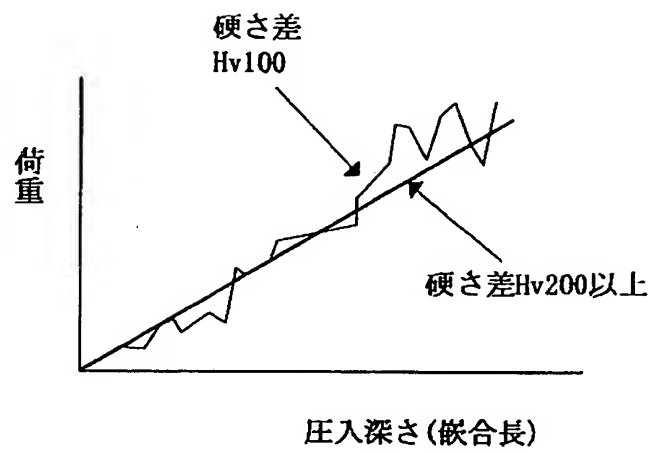
【図 9】



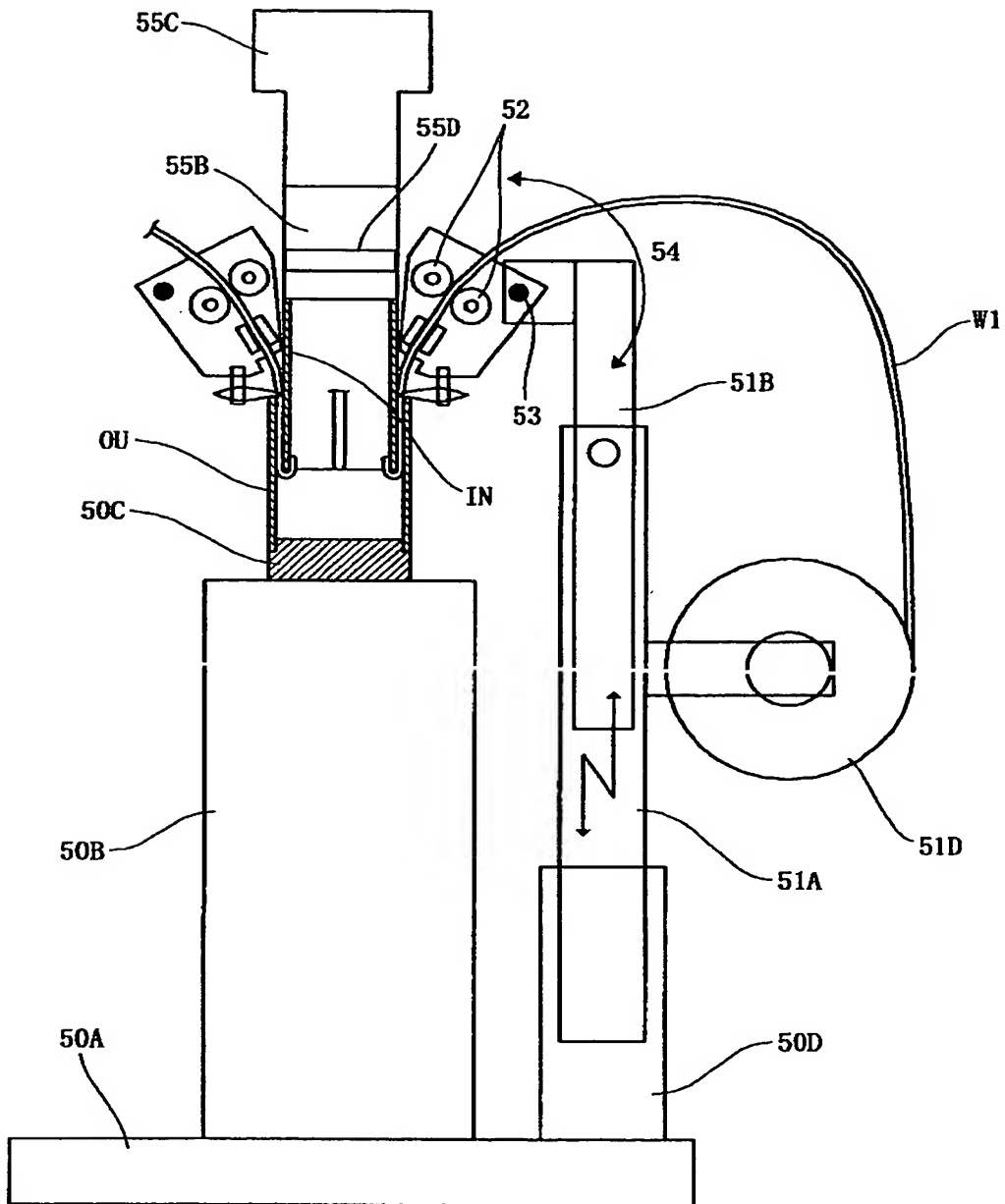
【図 1 0】



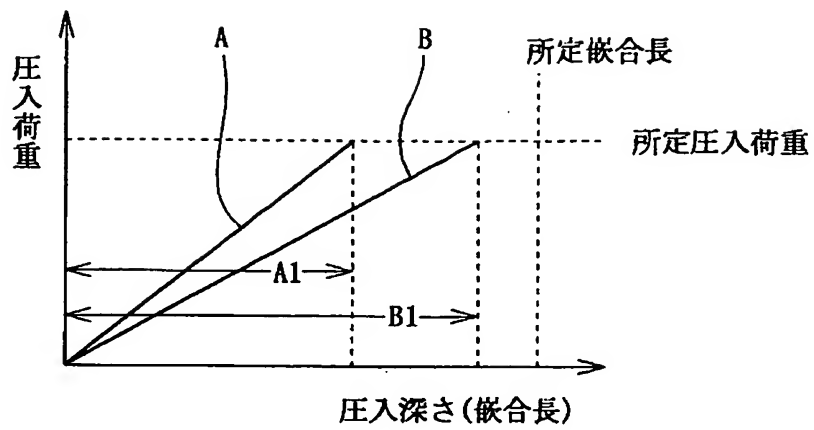
【図 11】



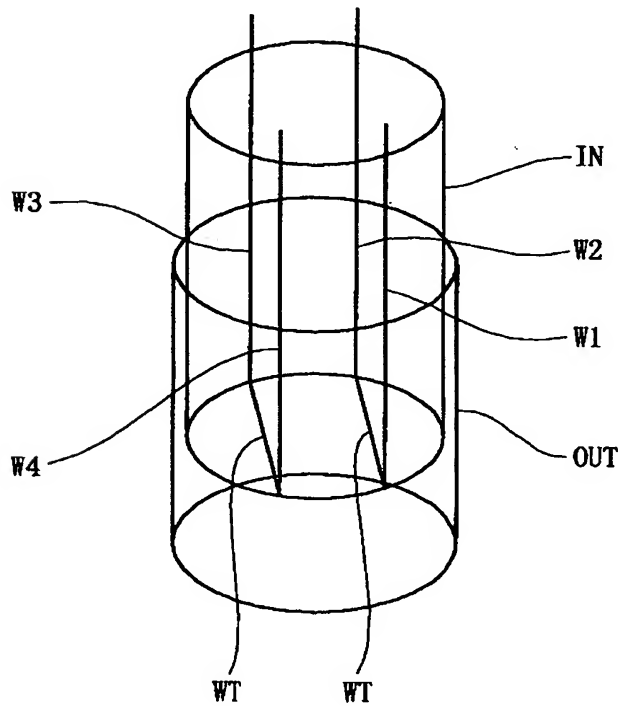
【図 12】



【図 13】



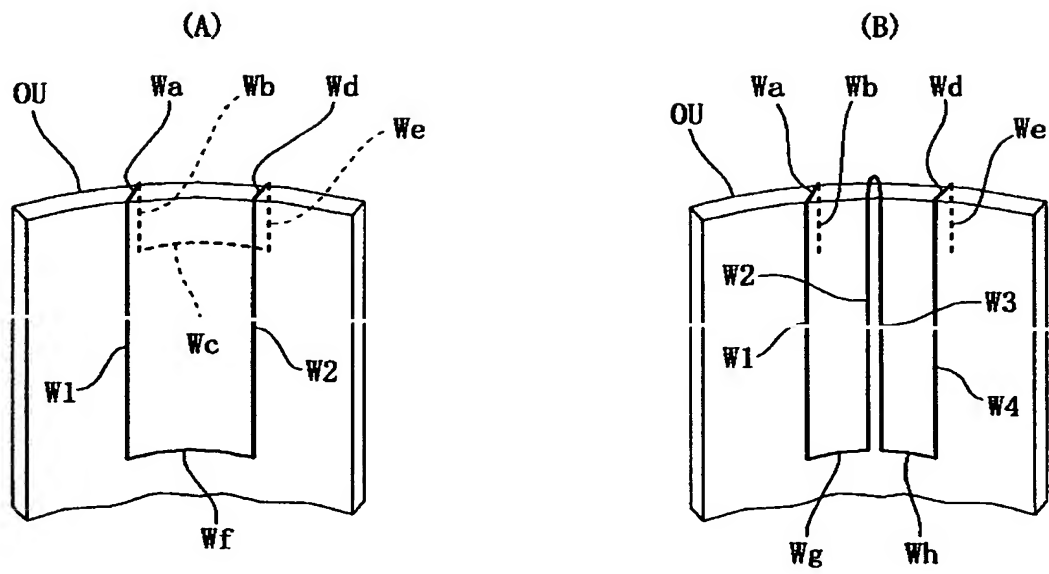
【図 14】



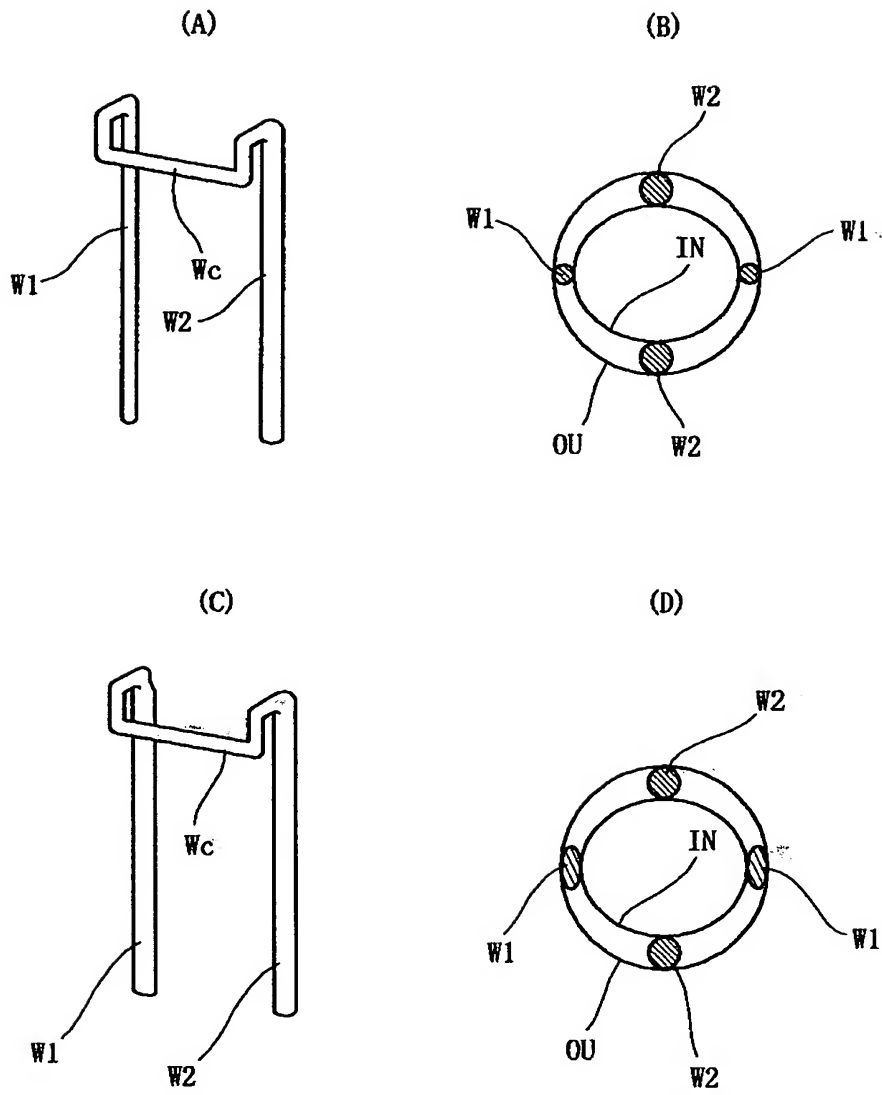
【図 1 5】



【図 1 6】

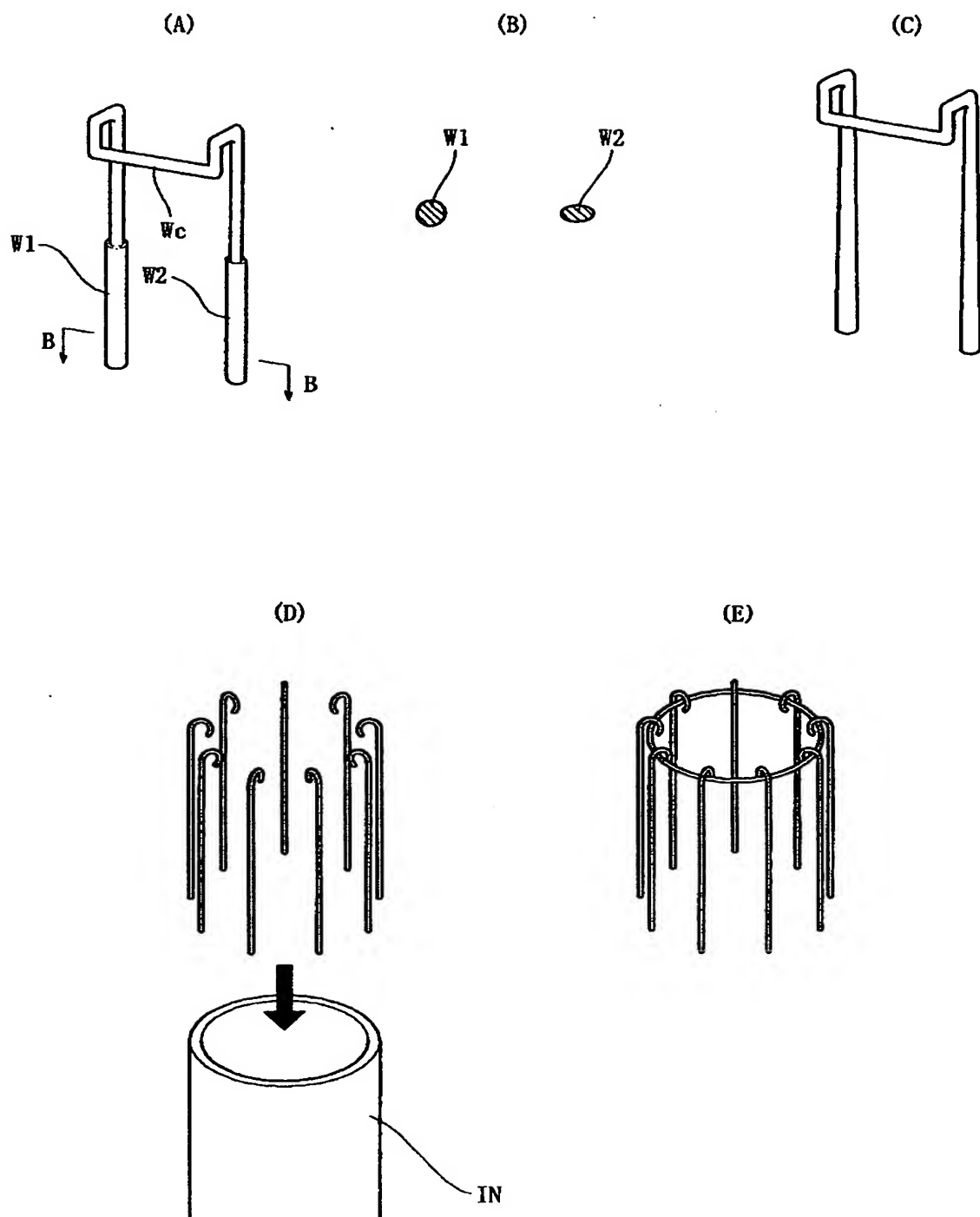


【図 1 7】



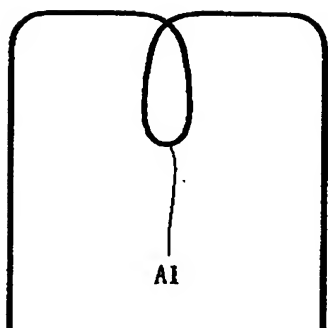


【図 1 8】

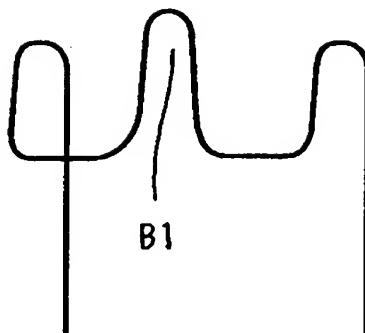


【図 1 9】

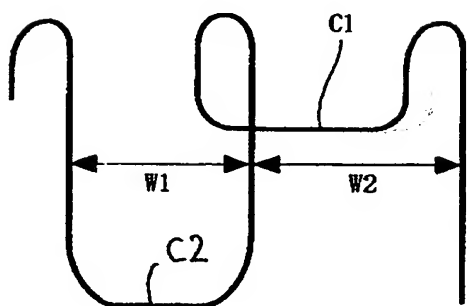
(A)



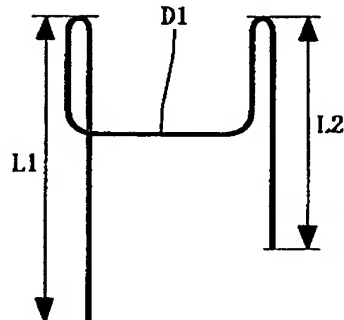
(B)



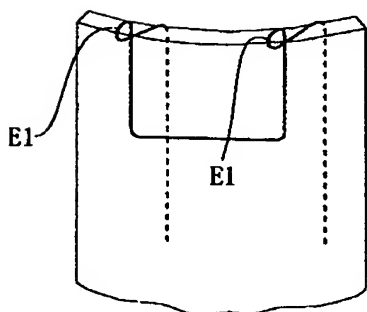
(C)



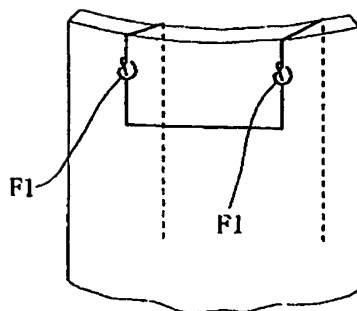
(D)



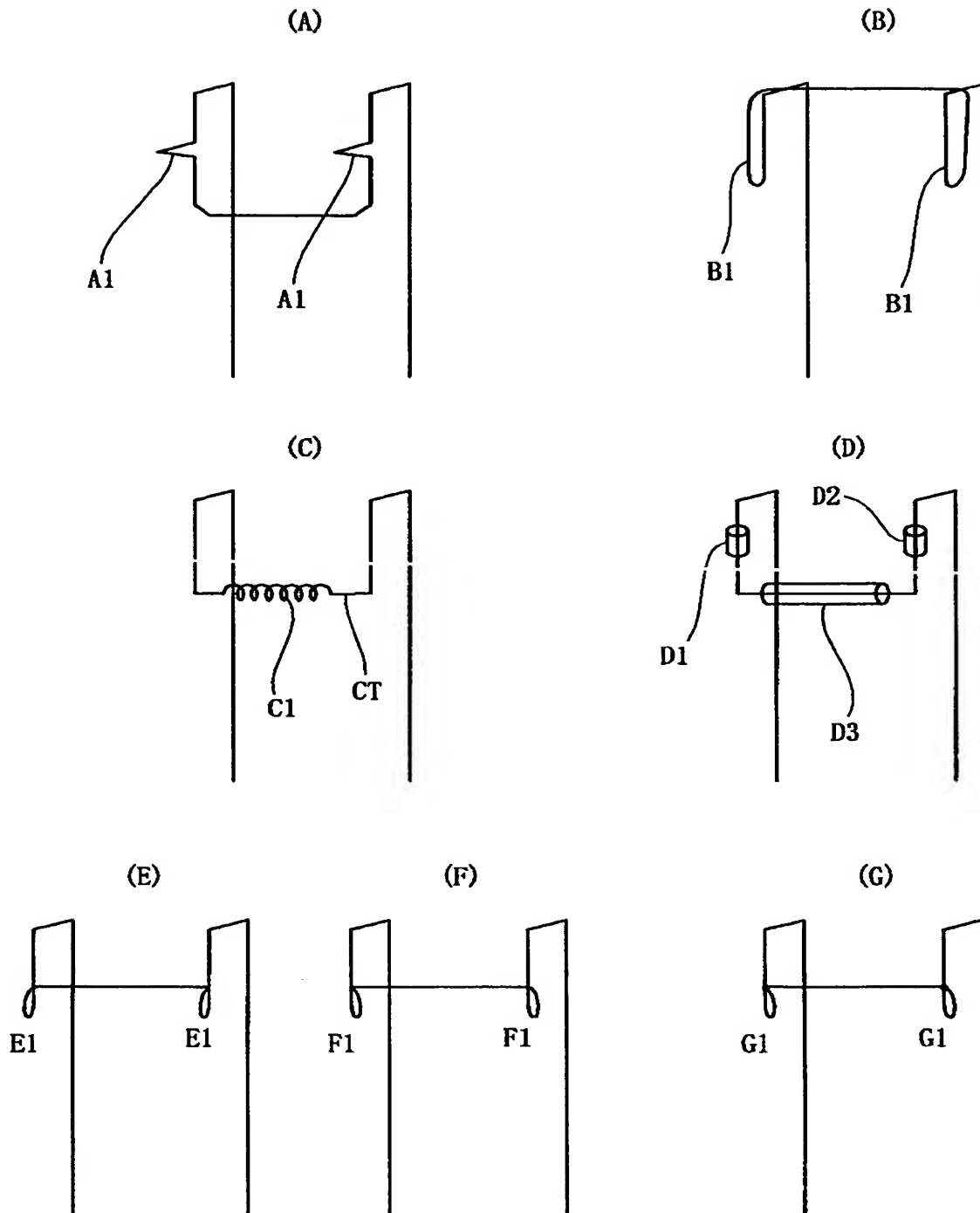
(E)



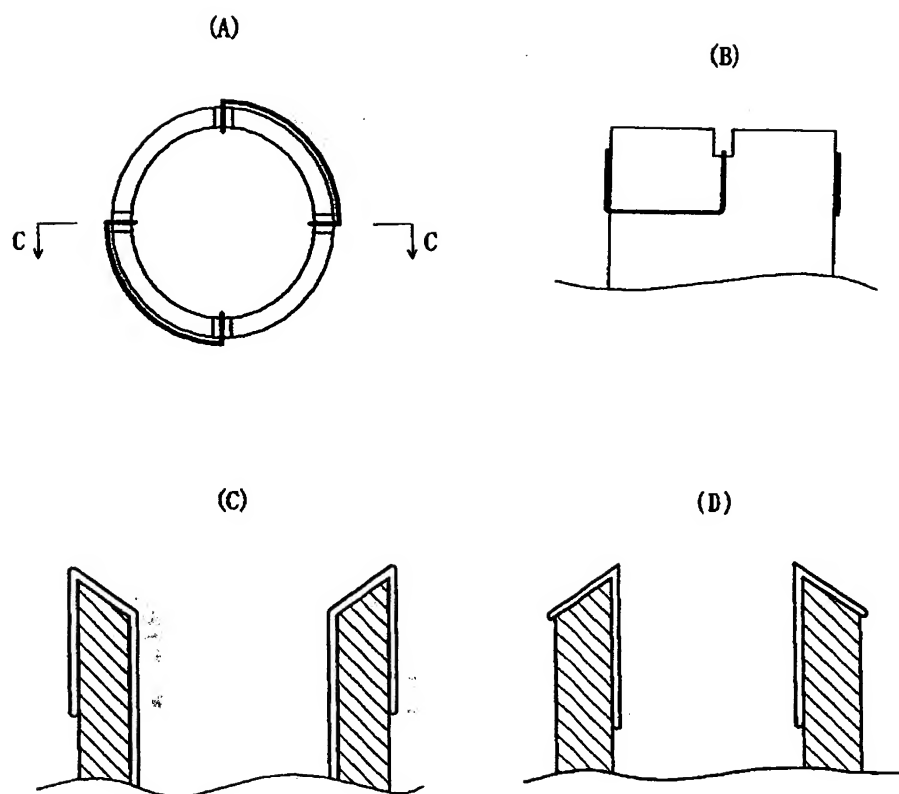
(F)



【図 2 0】



【図 2 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 部品の寸法公差や仕上がり具合のばらつきがエネルギー吸収性能に影響しにくいステアリングシャフトを実現する。

【0 0 0 4】

【課題を解決するための手段】 この発明のエネルギー吸収式ステアリングシャフトは、インナーシャフトにアウターシャフトが圧入されており、インナーシャフトは断面円形の外形を有し、アウターシャフトはそれより大径の断面円形の内形を有し、その断面円形の外形と内形の間には 3 本以上の細材が両シャフトの軸方向に伸びた状態で介在しており、インナーシャフトとアウターシャフトが直接接触していないことを特徴とする。

このステアリングシャフトの場合、3 本以上の細材によってインナーシャフトとアウターシャフトが直接接触することが禁止されており、インナーシャフトとアウターシャフトの寸法公差や仕上がり具合のばらつきがエネルギー吸収性能に影響しにくく、ロバストな技術が実現される。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 {000003207}

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社